

**Über Epidermisverletzungen
der menschlichen Leichenhaut**

von
Joachim Koch
aus
Frankfurt/Main

1968 № 222



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für gerichtliche Medizin und Kriminalistik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. Dr. E. Weinig

Über Epidermisverletzungen der menschlichen Leichenhaut

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Joachim Koch
aus
Frankfurt/Main

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. E. Wetterer

Referent: Prof. Dr. Dr. E. Weinig

Tag der mündlichen Prüfung: 31. Juli 1968

Herrn Prof. Dr. Dr. E. Weinig möchte ich für
die Überlassung des Themas und die wertvolle
Beratung und Unterstützung meinen herzlichen
Dank aussprechen.

Herrn Dr. Dr. P. Zink danke ich für die jeder-
zeit gewährte Hilfe und für die vielen Anregungen.

Inhaltsverzeichnis

I. Allgemeines zur Verletzung der Haut	1
1.) Aufbau der menschlichen Haut	1
2.) Gefäßversorgung der Haut	2
3.) Mechanismus der Verletzungen	3
II. Eigene Untersuchungen	7
A. Vorgänge an der Oberfläche verschieden- artiger Epidermisverletzungen	7
1.) Beobachtungen an verschiedenartigen oberflächlichen Hautwunden über einen Zeitraum von fünf Tagen	9
2.) Ergebnis der Beobachtungen	10
B. Beeinflussung der Wundentwicklung durch äußere Faktoren	11
1.) Abhängigkeit der Wundentwicklungs- geschwindigkeit von der Luftkonvektion	11
2.) Abhängigkeit der Wundentwicklungs- geschwindigkeit von der Luftfeuchtigkeit	13
3.) Abhängigkeit der Wundentwicklungs- geschwindigkeit von der Temperatur der umgebenden Luft	16
C. Schnell-Darstellung latenter oberflächlicher Hautverletzungen	20
1.) Schnell-Darstellung durch Farbstoffe	20
2.) Schnell-Darstellung durch Fluorescein	22
3.) Schnell-Darstellung durch Abdruck- methoden	23
III . Diskussion	25
Zusammenfassung	28
Literaturverzeichnis	30

I. Allgemeines zur Verletzung der Haut

Die geringsten Hautverletzungen, die leichten Hautabschürfungen (Excoriationen), sind klinisch meist von untergeordneter Wichtigkeit und entbehren vielfach sogar jeder klinischen Bedeutung. Jedoch sind sie vom forensischen Standpunkt aus oft der einzige Anhaltspunkt dafür, ob überhaupt eine Gewalteinwirkung stattgefunden hat und erlauben unter Umständen einen Rückschluß auf Art und Verwendung des verletzenden Werkzeugs. Derartige Wunden entstehen durch tangentielle Einwirkung einer stumpfen oder stumpfkantigen Gewalt auf die Körperoberfläche, wobei die Epidermis verletzt und teilweise vom Corium abgehoben wird. Bei stärkerer Gewalteinwirkung wird in mehr oder minder starkem Maß auch das Corium in Mitleidenschaft gezogen und dadurch die im Corium liegenden Blutgefäße eröffnet.

Da für das Bild, das eine Hautverletzung bieten kann, der anatomische Aufbau der menschlichen Haut eine wesentliche Bedeutung hat, soll er im folgenden besprochen werden:

1. Aufbau der menschlichen Haut

Die Haut besteht aus der ektodermalen Oberhaut, der E p i d e r m i s und der mesodermalen Lederhaut, dem Corium, deren Grenzschicht gewellt ist und die man beide als C u t i s zusammenfaßt. Die Dicke der Cutis schwankt regionär zwischen 1 - 4 mm (Bargmann). Unter ihr befindet sich die Unterhaut oder S u b c u t i s, eine meist Fettgewebe enthaltende Schicht.

Die Epidermis des Erwachsenen wird überall von einem mehrschichtigen vorhornenden Plattenepithel gebildet; ihre Dicke wechselt je nach Körperregion und mechanischer Beanspruchung zwischen 0,03 mm und 4mm (Bargmann). Sie baut sich aus verschiedenen einander in gesetzmäßiger Reihe folgenden Schichten auf:

Eine unterste Lage (Basalschicht oder Stratum germinativum) ist mit den sog. Wurzelfüßchen fest im Bindegewebe des Coriums verankert und stellt die Matrix der gegen die Oberfläche zu folgenden Lagen dar.

In ihr spielen sich die Mitosen ab, welche den Nachschub von Zellmaterial gegen die Oberfläche gewährleisten, wo dauernd verhornte Zellen abgestoßen werden. Die Epidermis ist also ein ausgesprochenes Wechselgewebe. Über der Basalschicht liegen etwas abgeplattete Zellen, die durch Saftspalten voneinander getrennt sind und durch Fasern miteinander in Verbindung stehen. Die Fasern verleihen dieser Schicht der Epidermis den festen Zusammenhang, gewährleisten gleichzeitig aber auch eine gewisse Verschieblichkeit der Zellen untereinander. An isolierten Zellen stehen die durchrissenen Epithelfasern wie Stacheln ab, daher hat man die ganze Schicht Stachelzellschicht (Stratum spinosum) genannt. Die Stachelzell- und Basalschicht werden zusammen auch Rete Malpighi, die hier liegenden Zellen Retezellen genannt. Weiter gegen die Oberfläche zu durchlaufen die Epithelzellen zunächst ein körniges (Stratum granulosum) und ein homogenes (Stratum lucidum) Stadium, verhornen und bilden kernlose Plättchen, welche die oberflächliche Hornschicht (Stratum corneum) aufbauen. Hier ist von den zwischenzelligen Spalträumen der tiefen Epidermislage nichts mehr zu sehen, die Zellen halten vielmehr so fest zusammen, daß die Verbindung auch unter krankhaften Verhältnissen nur schwer gesprengt wird (Hamperl).

2. Gefäßversorgung der Haut

Die das Integument versorgenden Arterien werden als Hautarterien bezeichnet, sobald sie die oberflächliche Körperfascie haben. Sie stammen von Gefäßen ab, die von vornherein im wesentlichen für die Hautversorgung bestimmt sind. Ihre Aufzweigungen folgen durch das Subcutangewebe hindurch den stärkeren Bindegewebszügen, die sie vor Zug schützen. An der Grenze von Subcutis und Corium bilden sie ein Geflecht, das gröbere und feinere arterielle Anastomosen enthält. Von diesem cutanen Netz gehen absteigende Äste zu den Kapillaren an den Haarwurzeln und Schweißdrüsen usw., während aufsteigende Zweige unterhalb der Papillen den subpapillären Plexus bilden.

Von diesem Plexus gehen kleine Endarterien zu den Papillenkapillaren . Der arterielle Schenkel dieser Kapillarschlingen ist sehr dünn, während der Scheitel einen Durchmesser von 0,02 mm haben kann. Die venösen Schenkel der Papillenkapillaren münden in ein an der Basis der Papillen gelegenes Venennetz, unter dem im Corium noch zwei Venennetze folgen können. Schließlich findet sich an der unteren Grenze des Corium ein cutaner Venenplexus. Die Venennetze sind im Vergleich zu den arteriellen Gefäßen zahlreicher ausgebildet. Die Lymphgefäße bilden subpapillar unter dem Blutgefäßnetz einen Plexus von Lymphkapillaren. Wie deren Verbindung mit dem Saftlückensystem der Epidermis erfolgt, ist nicht bekannt. Ein zweites Lymphkapillarnetz liegt tiefer im Corium, beide stehen durch schräg verlaufende Gefäße in Verbindung (Benninghoff-Goerttler).

Aus den beschriebenen anatomischen Verhältnissen geht hervor, daß bei Verletzungen der Grenzschicht zwischen Corium und Epidermis Kapillaren eröffnet werden müssen, wodurch Blutungen entstehen und so diese Läsionen sofort sichtbar werden. Oberflächliche Verletzungen, die diese Schicht nicht erreichen führen nicht zur Eröffnung von Kapillaren und bluten folglich nicht. Derartige Hautläsionen sind im frischen Zustand schwierig zu erkennen. Wunden, die zu sichtbaren Blutungen führen sollen im folgenden nicht Gegenstand der Untersuchungen sein, sondern nur die eben beschriebenen, schwer zu diagnostizierenden oberflächlichen Verletzungen, die zu keiner Eröffnung von blutführenden Gefäßen geführt haben.

3. Mechanismus der Verletzungen

Das charakteristische Erscheinungsbild der Epithelabschürfung entsteht, wenn die Haut in einem umschriebenen Gebiet von einer mehr oder minder tangential einwirkenden Kraft genügender Stärke getroffen wird, wodurch es zu einer vollständigen oder teilweisen Ablösung der Epidermis kommt. Diese Tatsache ist durch die schon beschriebene geschichtete Struktur der Oberhaut bedingt. Das die Hautoberfläche bedeckende Plattenepithel

ist zäh und elastisch, hängt indessen relativ lose mit der erheblich widerstandsfähigen Lederhaut zusammen. Hieraus ergibt sich, daß nicht allein die ganze Haut in der Subcutis über ihrer Unterlage ohne Verletzung verschieblich ist, sondern auch innerhalb gewisser Grenzen die Epithelschicht gegenüber der Lederhaut. Bei sanften tangentialen Krafteinwirkungen runzelt sich lediglich das Epithel, wird locker und gleitet weiter. Bei derben Krafteinwirkungen kommen Kontinuitätsunterbrechungen im Stratum spinosum zustande, und das Epithel löst sich auf kleineren oder größeren Gebieten von der Lederhaut. Dies führt zu schuppigen oder lappenförmigen Abschürfungen, der Abschindung des Epithels. Bei stärkerer Krafteinwirkung, besonders wenn die Oberfläche des einwirkenden Gegenstandes uneben und mit kleinen Spitzen versehen ist, wird auch das Corium verletzt, und zwar in Form von Kratzern, Abschürfung oder Abschindung (Orsos).

Bei noch stärkeren Einwirkungen stumpfer Gewalt entstehen tiefgreifende Defekte z. T. in Form von Platzwunden, deren Ränder im allgemeinen unregelmäßig gestaltet sind. An den Wundwinkeln dieser Verletzungen beobachten wir, sofern sie nicht zu scharf sind, daß das Gewebe nur oberflächlich eingerissen ist, und sich darunter die Unterhaut zwischen beiden Wundrändern wie eine Schwimnhaut ausspannt. Handelt es sich um eine breit klaffende tiefe Platzwunde, so kann man beim Auseinanderziehen deutlich quergespannte Gewebfasern, sogenannte "Gewebsbrücken" erkennen. Fast jede Platzwunde hat ihren Vertrocknungsbegleitsaum, d. h. die Wundränder zeigen zur Abgrenzung gegen das gesunde Gewebe einen zarten, oft mehrere Millimeter bis Zentimeter breiten eingetrockneten Hautabschürfungs (Vertrocknungs)-saum.

Solche Eintrocknungsvorgänge treten bei vielen Hautverletzungen auf und sind gerade bei den oberflächlichsten, nicht blutenden und im frischen Zustand häufig nicht sichtbaren Hautabschürfungen das einzige Diagnostikum. Diese Eintrocknungsvorgänge beschäftigten schon die forensische Medizin des vergangenen Jahrhunderts. So schrieb Grossmann in seinem Referat 1876:

11. Über die Zeichen, an denen erkannt werden kann, ob Verletzungen den lebenden oder toten Körper betroffen haben: So schlug Christison zu Edinburg verschiedene Theile der Leiche einer Frau mit einem Stocke und wurde durch den Befund bestimmt anzunehmen, daß heftige Schläge mehrere Stunden nach dem Tode beigebracht, solche Spuren zurücklassen, die in Rücksicht der Farbe nicht im mindesten von denjenigen verschieden sind, welche kurze Zeit vor dem Tode beigelegt werden. Devergie, der diesem Versuch einige Bemerkungen widmete, stellte im Mai 1825 ähnliche Versuche an, indem er mehreren Leichen einige Stunden nach dem Tode ebenfalls Stockschläge versetzte. Die Schläge, welche von ihm auf die Länge der Knochen, die nur allein mit Haut bedeckt waren, applicirt wurden, bewirkten niemals Ecchymosen, und die geschlagene Haut wurde stets bei der Einwirkung der Luft in eine dem Pergament ähnliche Membran umgeändert. Engel excoriirte Hautstellen an der Leiche, indem er durch wiederholtes Schaben von derselben die Epidermis entfernte und erzeugte dadurch alle jene Eigenschaften, welche man an Hautstellen gewahrt, die noch während des Lebens durch Frottieren verändert worden sind, denn bei beiden sind gleiche Bedingungen vorhanden - die Möglichkeit eines rascheren Vertrocknens.

Auch in neuerer Zeit findet man Arbeiten, die sich mit dem Gebiet der Vertrocknungserscheinungen von oberflächlichen Wunden beschäftigen.

Nach Walcher kommen postmortal vielfach Vertrocknungen der Hautoberfläche zur Beobachtung, zumal an zarten, intravital manchmal etwas feuchten Stellen, z. B. am Scrotum oder an den kleinen Labien. Er weist auch auf die Vertrocknung intravitaler und postmortaler Abschürfungen hin, die auch an den Wundrändern, besonders an unterminierten auftritt, ebenso, wenn auch meist erst etwas später, an zarten Fingerbeeren (beginnende Mumifikation). Hansen macht auf die schwierige Unterscheidung zwischen postmortalen und intravitalen Wunden aufmerksam, da postmortale Gewaltwirkungen die gleichen bräunlichen Vertrocknungen wie intravitale hervorrufen können. Er stellt fest, daß die Entstehung dieser Hautveränderungen kein vitaler Prozess, sondern eine durch Wasserverlust

verursachte Eintrocknung der des Schutzes der Epidermis beraubten zarten Hautschichten ist. Abbildungen über derartige Eintrocknungserscheinungen findet man im Atlas der gerichtlichen Medizin (Weimann; Prokop).

Die Feststellung von oberflächlichen Epidermisverletzungen ist für den forensisch tätigen Arzt oft von großer Bedeutung, stößt jedoch besonders kurz nach der Läsion auf Schwierigkeiten, da solche Wunden nicht bluten und weder mit bloßem Auge noch mit der Lupe ein sicherer Befund erhoben werden kann. In späteren Wundstadien ermöglicht oft die Austrocknung eine Diagnose, jedoch wird so die Wundform in unkontrollierter Weise verändert und es sind z. T. lange Wartezeiten erforderlich.

Für eine Konservierung verletzter Hautteile kommt die von Katona angegebene Methode in Frage, bei der das Hautstück im Verlauf von 24 Tagen in einer aufsteigenden Alkoholreihe entwässert wird. Er erreicht damit eine Umwandlung der Haut in eine lederartige Form, wobei unter gewissen Vorsichtsmaßnahmen (Aufspannen während der Entwässerung) ihre Größe und Abmessung erhalten bleibt.

II. Eigene Untersuchungen

Im folgenden sollen zuerst die makroskopisch sichtbaren Vorgänge beschrieben werden, die sich nach einer oberflächlichen Leichenhautverletzung abspielen. Die dabei auftretenden Erscheinungen werden als Wundentwicklung bezeichnet; sie stellen die Veränderungen an der Wundoberfläche dar, die von der Zeit der Wundsetzung bis zur pergamentartigen Eintrocknung der gesamten Wundfläche ablaufen.

Die Abhängigkeit dieser Veränderungen von äußeren Umständen, wie Luftfeuchtigkeit, Konvektion und Wärme wurde experimentell geprüft. Weiter werden Versuche beschrieben, die ein schnelleres Sichtbarmachen latenter Wunden und gleichzeitig eine exakte Wiedergabe der Wundform ermöglichen sollten.

Zu den Versuchen wurden Leichenhautstücke verwendet, die keine erkennbaren pathologischen Erscheinungen (Dermatitiden, Warzen etc.), keine Einwirkung von Gewalt (Blutunterlaufung, Excoriationen, Decollement) und keine sichtbaren autolytischen Veränderungen zeigten.

A. Vorgänge an der Oberfläche verschiedenartiger Epidermisverletzungen

An einem Rückenhautstück von etwa 15 x 30 cm Größe wurden entsprechend Abb. 1 mehrere verschiedenartige und verschieden starke Verletzungen angebracht und die Veränderung dieser Wundoberflächen fünf Tage lang beobachtet. Ein Teil jeder Wundfläche wurde mit Aceton entfettet, um den möglichen Einfluß einer oberflächlichen Fettschicht auf die Wundentwicklung feststellen zu können.



Reihe 1 :

4 Verletzungen mit Sandpaier,
Wunden nicht sichtbar.

Reihe 2 :

3 Verletzungen mit einer flachen Holzraspel, Feilspuren
nicht sichtbar.

Reihe 3 :

4 Verletzungen mit einer runden Holzraspel, Feilspuren
sichtbar, nicht sehr tief.

Reihe 4 :

3 Verletzungen mit einer runden Holzraspel, Feilspuren
gut sichtbar, tief.

Reihe 5 :

3 Schabe-verletzungen mit einem
Messer, nahezu nicht
sichtbar, nicht sehr tief.

Reihe 6 :

3 Schabe-verletzungen mit
einem Messer, gut sichtbar,
tief.

Reihe 7 :

4 Verletzungen durch parallele
Schnitte mit einem Messer,
gut sichtbar.

Abb. 1: Zustand verschiedener oberflächlicher Hautwunden zwei Tage nach der Wundsetzung. Die Tiefe nimmt in den einzelnen Reihen von links nach rechts ab. Die Beschriftung rechts neben jeder Wundreihe gibt an, mit welchem Instrument die Verletzungen erzeugt worden sind und wie sich die Wunden im Anfangszustand dargestellt haben.

1. Beobachtungen an verschiedenartigen oberflächlichen Hautwunden über einen Zeitraum von fünf Tagen.

Eine Stunde nach der Wundsetzung ließ sich nur an den tiefgreifenden Raspelwunden (Reihe 3,4) Veränderungen in Form von starker Rötung durch Blutaustritte erkennen, wobei die einzelnen Feilspuren noch gut sichtbar waren.

Zwei Stunden nach Versuchsbeginn zeigten die mit dem Messer gesetzten tiefen Schabewunden (Reihe 6) durch Kontraktion der Wundoberfläche genau abgegrenzte Wundränder. Die Schnittwunden (Reihe 7) traten durch Wulstbildung an den Einschnitten deutlich hervor.

Nach drei Stunden hatte sich an allen Verletzungen pergamentartige Verschwartungen ausgebildet, wodurch die Wunden deutlich zu erkennen waren. Diese pergamentartige Oberfläche war bei allen flachen Wunden (Reihe 2,3) und Sandpapierwunden (Reihe 1) besonders ausgeprägt. Dabei waren bei den Sandpapierwunden die Wundränder nur unvollkommen abzugrenzen, es konnte hier im Gegensatz zu den anderen Verletzungen keine deutliche Trennungslinie zwischen intakter und verletzter Haut gezogen werden. Bei den oberflächlichen Messerschabewunden (Reihe 5) wurde eine leichte Rötung der Läsionen sichtbar. Im Gegensatz dazu waren die Tiefen Schabewunden (Reihe 6) eher weißlich gefärbt, wodurch die schwach diffuse Rötung der umgebenden Haut abgrenzbar wurde. Weiter war hier die Austrocknung besonders ausgeprägt, was durch ein scharfes Hervortreten der Papillarlinien deutlich wurde. In den nächsten Stunden waren keine wesentlichen Veränderungen der Wundbilder zu beobachten.

Drei Tage nach Versuchsbeginn hatte sich die Haut teilweise grünlich verfärbt, ihre Konsistenz war immer noch weich, die Wundoberflächen jedoch waren hart, pergamentartig eingetrocknet und erzeugten bei Beklopfen einen Klopfeschall. Diese Verschwartung bildet sich vom Rand zur Mitte hin aus. Der Rand der Sandpapier-Schürfwunden war wulstartig aufgetrieben und die Papillarleisten gut sichtbar. Die flachen Holzraspelwunden ähnelten den Sandpapierwunden, jedoch war die Wundoberfläche dellenförmig eingezogen und zwar um so mehr, je tiefer die Epidermis verletzt war. Bei den tiefen, karamelfarbenen Raspelwunden waren zusätzlich noch einzelne Schürf-

spuren sichtbar; ihre Wundränder waren verstrichen. Die Schabewunden (Messer Reihe 5 u. 6) zeigten flache, ebenfalls verstrichene Wundränder. Ihre Farbe war von einem dunklen Gelb in ein helles Braun übergegangen. Die Papillarleisten waren überall gut sichtbar. Durch die Kontraktionen war die Wundoberfläche leicht verzogen. Die tiefen Schabewunden ähnelten den flachen, nur war der Farbton der Wundoberfläche dunkler. Bei den Schnittwunden (Reihe 7) waren die Wundränder undeutlich und nur durch einen Farbunterschied von der unverletzten Haut abgrenzbar. Bei eng aneinanderliegenden Schnitten verschmolzen diese zu einem undeutlichen Bild, wie dies in gleicher Weise bei den Raspelwunden zu beobachten war; nur grobe weit auseinanderliegende Schürfrillen bzw. tiefe Schnitte waren noch nach langer Zeit gegeneinander abgrenzbar.

Am vierten Tag zeigten die Sandpapier- und Reibewunden erhebliche Nachdunkelung im Vergleich zum Vortage. Bei den Schabewunden (Messer, Reihe 5 u. 6) war die Wundoberfläche noch stärker verzogen und die Wundränder hatten sich deutlich entwickelt. Die Kontraktionen im Bereich der Wunde zeigten verschiedene Vorzugsrichtungen, die den darunterliegenden Kollagenfasern des Coriums folgten. Bei den Schnittwunden wurde die Schnittführung durch die starke Nachdunkelung der Wundoberfläche in zunehmendem Maße sichtbar. Die die Wunde umgebende Haut verfärbte sich unter starker Gasentwicklung stärker ins grünliche.

Einen Tag später (5. Tag) waren nur noch weitere Abauklungerscheinungen an den Wunden auszumachen.

Der Versuch wurde nach dem fünften Tag abgebrochen, da sich außer dem Fäulnisprozess in der unverletzten Haut keine weiteren Veränderungen an den verletzten Stellen mehr ergaben

2. Ergebnis der Beobachtungen

Insgesamt kann festgestellt werden, daß bei allen Verletzungsarten im Verlauf der Wundentwicklung unter den gegebenen Bedingungen pergamentartige Eintrocknungen auftraten. Bereits nach drei bis vier Stunden war das volle Bild der eingetrockneten Wunde entstanden; in gleicher Weise verhielten sich die mit Azeton entfetteten Teile

der Wunden. Da sich von diesem Zeitpunkt ab keine wesentlichen Veränderungen mehr manifestierten, die für die Diagnose einer Verletzung von Bedeutung wären, wurde die Beobachtungsdauer für die folgenden Versuche auf maximal fünf Stunden beschränkt.

Als geeignetste Verletzungsart stellte sich die Sandpapiermethode heraus, weil sich hierbei besonders schwierig zu diagnostizierende Wunden ergaben. Im Vergleich zu anderen Verletzungsarten lassen sich mit ihr die oberflächlichsten Läsionen erzielen, deren Grenzen zur intakten Haut besonders schwierig festzustellen sind. Als weiteren Vorteil kann die Stärke der Verletzung gut dosiert und die Wundfläche am gleichmäßigsten gestaltet werden. Deshalb wurden alle weiteren Versuche mit dieser Sandpapiermethode durchgeführt.

B. Beeinflussung der Wundentwicklung durch äußere Faktoren

1.) Abhängigkeit der Wundentwicklungsgeschwindigkeit von der Luftkonvektion

Auf einem 5 x 5 cm großen Stück Rückenhaut wurde eine gleichmäßige, oberflächliche und nicht sichtbare Hautverletzung mit groben Sandpapier gesetzt und dieses Hautstück in drei gleiche Teile zerschnitten. Der erste Teil wurde dem Kaltluftstrom eines Föhns ausgesetzt. Der Luftstrom hatte eine Temperatur von 25°C . Der zweite Teil wurde unter einen Föhn mit Warmluft gebracht, dessen Luftstrom eine Temperatur von 65°C an der Hautoberfläche entwickelte. Zum Vergleich wurde der dritte Teil an der offenen Luft (23°C) liegen gelassen.

15 Minuten nach Versuchsbeginn zeigte die Wunde unter dem Kaltluftföhn beginnende Austrocknung, leichte Rötung der Hautpapillen und rosa Anfärbung der Wundränder, wodurch eine Abgrenzung gegen die unverletzte Haut gegeben war. Nach einer weiteren Viertelstunde zeigten auch das Corium und das Unterhautfettgewebe eine zunehmende Rötung.

Eine Stunde nach Versuchsbeginn nahm bereits die Härte und Konsistenz der Wundoberfläche von dem Wundrand zur Mitte hin zu. Die Rötung der Wundoberfläche ging in ein zartes Gelb über. Nach zwei Stunden hatte sich die nun hellbraune Wundoberfläche verzogen und die Festigkeit hatte zentral zugenommen. Zugleich konnte beobachtet werden, daß auffallendes

Licht von der glasig aussehenden Oberfläche reflektiert wurde. In der dritten Stunde war nun die dunkle Wunde unter dem Kaltluftföhn vollkommen entwickelt; ihre Oberfläche war überall gleich hart geworden. Einige randständige, oberflächliche Kratzer waren deutlich zu erkennen.

Bei dem Warmluftföhn zeigten sich in der ersten Viertelstunde starke Eintrocknungserscheinungen. Im Bereich der Wunde zeigte die Haut eine Vermehrung der Konsistenz und die umgebende unverletzte Cutis wölbte sich wallartig am Wundrand auf. Insgesamt verfärbte sich die gesamte Haut bräunlich. Im Vergleich zum Kaltluftversuch entstand keine Rötung und dadurch war keine genaue Abgrenzung der Wundränder möglich.

30 Minuten nach Versuchsbeginn hatte die Wunde ein mattes Aussehen und die Wundoberfläche zeigte starke Verziehungen. Nach einer Stunde konnte man die Wunde infolge des Dunkler werdens der Oberfläche erkennen. Die Härte hatte ständig zugenommen. Im Verlauf der nächsten 60 Minuten gingen die Verziehungen der Oberfläche zurück. Nach drei Stunden war die Wunde stark weiter gedunkelt und die sie umgebende unverletzte Haut begann sich grünlich zu verfärben.

Die verletzte Haut an offener Luft zeigte innerhalb der ersten 90 Minuten überhaupt keine Veränderungen. Erst nach zwei Stunden begann sich die Wundoberfläche glasig zu verfärben und einige rötliche Pigmentierungen traten im zentralen Bereich der Wunde hervor. Die Wundoberfläche war bis zu einer Tiefe von etwa 1mm transparent und ihre Ränder waren un- deutlich sichtbar. Nach $2\frac{1}{2}$ Stunden hatte sich durch Nachdunkeln eine genau umrissene Wundfläche abgezeichnet. Dieses Nachdunkeln, das als Bräunung der Wundoberfläche in Erscheinung trat, ging vom Rand der Verletzung aus. Die Härte der Oberfläche hatte nur wenig zugenommen. In der folgenden Stunde zeigten sich keine wesentlichen Veränderungen mehr.

Aus dem Versuch ergab sich, daß die Sichtbarmachung einer oberflächlichen Hautläsion durch ein Gebläse mit Kaltluft zu beschleunigen war. Die ersten sichtbaren Veränderungen zeigten sich bei der Methode nach 15 Minuten, bei dem Vergleichsstück an offener Luft hingegen erst nach zwei Stunden.

Die Heißluft war ungeeignet, da unter ihrer Einwirkung grobe

Verziehungen und Veränderung sowohl der Wunde als auch der unverletzten Haut auftraten, sodaß sichere Aussagen über die Wundform nicht mehr zu machen waren.

2. Abhängigkeit der Wundentwicklungsgeschwindigkeit von der Luftfeuchtigkeit.

Da die Wundveränderungen durch Austrocknung der Wundfläche entstehen, war es naheliegend, nach einer Beziehung zwischen Luftfeuchtigkeit und Geschwindigkeit der Wundentwicklung zu suchen. Deshalb wurden Versuche bei verschiedener Luftfeuchtigkeit durchgeführt.

Zu diesem Zwecke wurde einem Stück Haut (2 x 5cm) mit Sandpapier eine oberflächliche Schürfwunde beigebracht. Die Wunde war bei Versuchsbeginn nicht sichtbar.

Die verletzte Haut wurde in einen Exsikkator gelegt, in welchem sich konzentrierte Schwefelsäure als Trockenmittel befand. Um den Trockenvorgang zu beschleunigen, wurde der Exsikkator mit einer Wasserstrahlpumpe evakuiert (600 Torr Unterdruck). In den ersten 60 Minuten war an der verletzten Haut keine Veränderung festzustellen. Im Verlauf der nächsten Stunde färbte sich die Wundoberfläche von der Peripherie her etwas bräunlich an. Es ließ sich nun mit Sicherheit eine Wunde diagnostizieren. In den folgenden 90 Minuten färbte sich die Wunde vollkommen braun und dunkelte in den folgenden zwei Stunden weiter nach. Nach weiteren 24 Stunden wurde die Haut grau und farblos.

Bei diesem Versuch hat sich eine geringe Beschleunigung der Wundentwicklung gezeigt. Es traten farbliche Veränderungen auf, die außerhalb der normalen farblichen Wundentwicklung lagen, was möglicherweise auf den Einfluß von Schwefelsäuredämpfen zurückzuführen ist. Weiter waren leichte Verziehungen feststellbar, die bei Sandpapierwunden unter normalen Umständen nicht auftraten.

In einem nächsten Versuch wurde in gleicher Weise ein Stück verletzte Haut in einen Exsikkator eingebracht, nur wurden als Trockenmittel einmal Phosphorpentoxid (P_2O_5) und einmal Kalziumchlorid ($CaCl_2$) benutzt. Auch hier wurde der Exsikkator auf einen Unterdruck von 600 Torr gebracht. Nach 30 Minuten bereits war die Wunde durch Rötung deutlich zu erkennen. In der nächsten halben Stunde begann die Haut auszutrocknen und die

Wundoberfläche bekam eine leicht gelbliche Färbung.

60 Minuten nach Versuchsbeginn leuchtete die Wunde in einem kräftigen Rot und die unverletzte Haut blaßte stark ab,

Im Verlauf der nächsten beiden Stunden änderte sich die Farbe der Wunde in Richtung rot-braun, während die Tönung der unverletzten Haut in ein fahles Grau überging. Die Wundränder wurden langsam dunkler und in der nächsten Stunde auch die Wundmitte; auch diesmal ging ebenso wie bei den schon beschriebenen Versuchen die Farbänderung vom Wundrand aus. Die unverletzte Haut zeigte nun erhebliche Austrocknungserscheinungen in Form von Verziehungen.

Bei den Exsikkator-Versuchen hat sich gezeigt, daß durch wasserentziehende Mittel (CaCl_2 , H_2SO_4 , P_2O_5) die Entwicklung einer oberflächlichen Hautwunde beschleunigt, werden kann, und zwar erfolgt das Sichtbarwerden um so rascher, je stärker wirksam das Trockenmittel war.

Bei den durchgeführten Versuchen war die Wundenentwicklung gegenüber normaler Luft durchschnittlich um das dreifache beschleunigt.

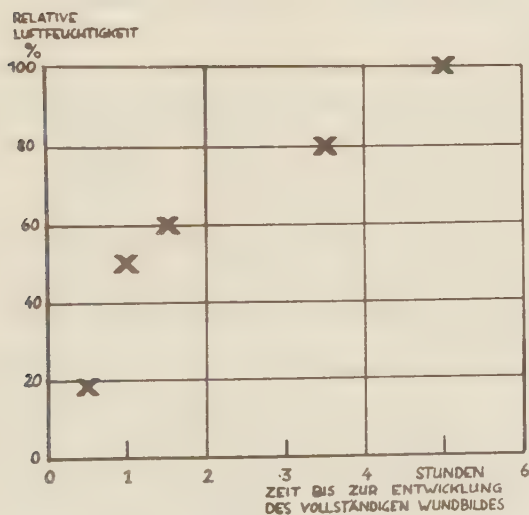
Im folgenden Versuch wurde ein Stück verletzte Haut in eine feuchte Kammer eingebracht. Als feuchte Kammer wurde ein verschlossener Abzug benutzt, in welchem durch fließendes Wasser die Luftfeuchtigkeit variiert werden konnte. Die jeweilige Luftfeuchtigkeit wurde mit einem Hygrometer gemessen. Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 100 % war zwei Stunden nach Einbringung der Haut noch keine Reaktion an der Wundoberfläche zu sehen. Erst nach der vierten Stunde zeigte sich eine schwache Anfärbung der Wundränder. In der Wundmitte war noch keine Rötung festzustellen.

Mit der gleichen Versuchsanordnung wurden mehrere Experimente bei verschiedener relativer Luftfeuchtigkeit durchgeführt. Die gefundene Beziehung zwischen relativer Luftfeuchtigkeit und Geschwindigkeit der Wundentwicklung ergibt sich aus der folgenden Tabelle

Tabelle 1

Relative Luftfeuchtigkeit	Zeit der Wundentwicklung
18 %	1/2 Stunde
50 %	1 Stunde
60 %	1 1/2 Stunden
80 %	3 1/2 "
100 %	5 "

Aufgrund der durchgeführten Versuche ergab sich, daß die Geschwindigkeit der Wundentwicklung in starkem Maße von der relativen Luftfeuchtigkeit abhängt, wie aus Abb. 2 ersichtlich ist.



Die relative Luftfeuchtigkeit ist das Verhältnis zwischen der tatsächlich während des Versuches vorhandenen Feuchtigkeitsmenge pro m^3 Luft und der bei gegebener Temperatur höchstmöglichen Sättigungsmenge; sie wird in % angegeben.

3. Abhängigkeit der Wundentwicklungsgeschwindigkeit von der Temperatur der umgebenden Luft.

Da die Wundveränderungen durch Austrocknung der Wundflächen entstehen, war es weiter naheliegend, nach einer Beziehung zwischen Temperatur der umgebenden Luft und der Geschwindigkeit der Wundentwicklung zu suchen. Deshalb wurden die Versuche bei verschiedenen Temperaturen durchgeführt.

Zu diesem Zwecke wurden mehreren Hautstücken mit Sandpapier oberflächliche Schürfwunden beigebracht, die bei Versuchsbeginn nicht sichtbar waren.

Die verletzten Hautstücke wurden in einen Brutschrank gelegt, der auf verschiedene konstant gehaltene Temperaturen eingestellt werden konnte. Für den Temperaturbereich unter 20°C wurde teilweise ein Kühlschrank benutzt, teilweise bei natürlicher Außentemperatur gearbeitet. Die relative Luftfeuchtigkeit beeinflusst die Werte dieser Versuchsreihe. Ihre Höhe wurde jedoch bei den einzelnen Experimenten nicht bestimmt, da hierzu ein verhältnismäßig großer apparativer Aufwand nötig gewesen wäre. Damit sind alle hier gefundenen Ergebnisse mit einem Fehler unbekannter Größe behaftet.

Bei den vergangenen Versuchen hatte sich gezeigt, daß die Wundentwicklung immer vom Wundrand ausging. Diese Tatsache wurde bei der hier beschriebenen Versuchsreihe verwendet: Als Maß für die Geschwindigkeit der Wundentwicklung wurde die Zeit benützt, die vom Setzen der Läsion bis zur Ausbildung einer deutlich sichtbaren Demarkierung der verletzten gegenüber der intakten Haut verstrichen war, bis also die Wunde gerade makroskopisch zu sehen war.

Es wurde also nicht die Ausbildung des vollen Wundbildes , d.h. die Vertrocknung der gesamten Wundoberfläche abgewartet, da die Festlegung der dazu nötigen Zeit mit einem großen subjektiven Fehler behaftet gewesen wäre.

Im einzelnen ergaben sich bei den verschiedenen Temperaturen die in Tabelle 2 aufgezeichneten Zeiten:

Tabelle 2

Temperatur der umgebenden Luft	Zeit bis zur Ausbildung eines sichtbaren Wundrandes
50°C	13 min.
50°C	15 min.
45°C	25 min.
45°C	30 min.
35°C	40 min.
30°C	40 min.
20°C	42 min.
20°C	45 min.
15°C	50 min.
5°C	90 min.
2°C	100 min.

Die in Tabelle 2 niedergelegten Versuchsergebnisse werden in Abb. 3 graphisch dargestellt.

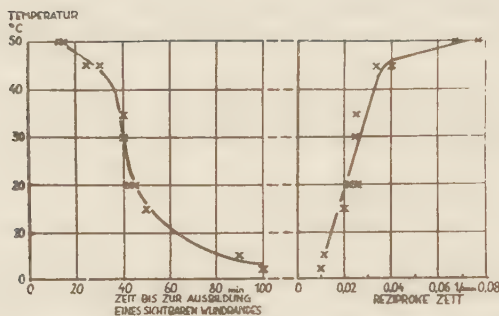


Abb. 3

Abhängigkeit der Wundentwicklungsgeschwindigkeit von der Temperatur der umgebenden Luft, ohne Berücksichtigung der Luftfeuchtigkeitsverhältnisse.

Aus der Abb. 2 kann mit Hilfe der Reaktions-Geschwindigkeit-Temperatur Regel (RGT-Regel) auf die Art der Vorgänge rückgeschlossen werden, die zur Entstehung des Wundbildes führen. Nach der van t'Hoff'schen Regel (RGT-Regel) steigert eine Temperaturerhöhung um je 10°C den Ablauf einer chemischen Reaktion im allgemeinen um das 2 - 4 fache. Bei rein physikalischen Vorgängen beträgt die entsprechende Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit weniger als das 1,5 fache (Holleman-Wiberg).

Die Abhängigkeit der Geschwindigkeit eines Vorgangs von der Temperatur läßt sich mathematisch durch das Q_{10} ausdrücken, das angibt, um wieviel schneller ein Vorgang abläuft, wenn die Umgebungstemperatur um 10°C erhöht wird.

Will man im hier vorliegenden Fall das Q_{10} in einem Temperaturintervall zwischen einer niedrigen Temperatur $T_{\text{kälter}}$ und einer höheren Temperatur $T_{\text{wärmer}}$ errechnen, so ist folgendes zu bilden:

$$Q_{10} = \left(\frac{t_{\text{kälter}}}{t_{\text{wärmer}}} \right)^{\frac{10}{T_{\text{wärmer}} - T_{\text{kälter}}}}$$

wobei t die Zeit bedeutet, die bei einer bestimmten Temperatur bis zum Sichtbarwerden des Wundrandes verstreicht.

Das eben theoretisch Formulierte soll an einem Beispiel erörtert werden:

Es soll das Q_{10} im Temperaturintervall von $15 - 20^{\circ}\text{C}$ errechnet werden.

Es ist dann

$$T_{\text{wärmer}} = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{kälter}} = 15^{\circ}\text{C}$$

Die experimentell gefundenen Zeiten (t), die zur Ausbildung des Wundrandes bei diesen Temperaturen erforderlich waren, betragen, wie aus Tabelle 2 ersichtlich ist:

$$t_{\text{kälter}} = 15^{\circ}\text{C} = 50 \text{ min.}$$

$$t_{\text{wärmer}} = 20^{\circ}\text{C} = 45 \text{ min.}$$

Es ergibt sich also im Temperaturintervall von $15^{\circ} - 20^{\circ}\text{C}$ ein

$$Q_{10} = \left(\frac{50}{45} \right)^{\frac{10}{20-15}} = \left(\frac{50}{45} \right)^2 = \underline{\underline{1,24}}$$

Vernachlässigt man den unbekannten Fehler, der durch verschiedene hohe relative Luftfeuchtigkeit entstanden sein kann und errechnet das Q_{10} in allen experimentell geprüften Temperaturbereichen, so zeigt sich, daß unter einer Temperatur von 45°C das Q_{10} unter 1,8 liegt, über 45°C jedoch 3 übersteigt. Hieraus kann gefolgert werden, daß die zur Ausbildung des Wundbildes führenden Vorgänge unter 45°C vorwiegend physikalischer Natur sind. Das bekräftigt die schon geäußerte Vermutung, daß die Wundentwicklung ein Austrocknungsvorgang ist, also die Verdunstung von dem im verletzten Gewebe enthaltenen Wasser. Dieses ist ein rein physikalisches Geschehen. Über 45°C deutet das Q_{10} auf einen chemischen Vorgang hin, was auch wieder verständlich erscheint, da bekannt ist, daß in diesen Temperaturbereichen menschliches Eiweiß

zu koagulieren beginnt. Dem entsprechen auch die früher schon geschilderten, von der normalen Wundentwicklung abweichenden Vorgänge bei der Einwirkung von über 45°C liegenden Temperaturen auf die Wundfläche. Hier finden sich Farbveränderungen und Schrumpfungsvorgänge, die bei tieferen Temperaturen nicht beobachtet werden konnten.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß die Abhängigkeit der Geschwindigkeit der Wundentwicklung von der Temperatur (bei Temperaturen unter 45°C) auf einen Austrocknungsvorgang als Ursache der Wundentwicklung hindeutet, was auch mit der Abhängigkeit dieser Vorgänge von der relativen Luftfeuchtigkeit übereinstimmt.

C. Schnell-Darstellung latenter oberflächlicher Hautverletzungen

1. Schnell-Darstellung durch Farbstoffe

Die folgenden Versuche hatten zum Ziel, latente, nicht sichtbare oberflächliche Epidermisverletzungen sofort erkennen und ihre Form darstellen zu können. Zu diesem Zweck wurden oberflächlich verletzte Hautstücke mit verschiedenen Farblösungen angefärbt.

Anfärbung mit Kongorot

Die normalerweise zur Färbung von Gewebsschnitten verwendete Kongorotlösung wurde 1 : 3 mit Wasser verdünnt, und auf die Wunde gebracht. Der Überschuß wurde mit Wasser und Filterpapier entfernt. Es zeigte sich sofort eine intensive Rotfärbung, wobei der Farbstoff nur die verletzten Hautstellen anfärbte und in die unverletzte Haut nicht eindrang. Bei längerem Belassen des Farbstoffes auf der Haut (über 10 min) zeigte sich auch eine Anfärbung der unverletzten Haut.

Anschließend wurde nochmals eine verletzte Haut in gleicher Weise mit Kongorot angefärbt und der Farbüberschuß mit Salzsäurealkohol abgewaschen. Dabei färbte sich die verletzte und unverletzte Haut gleichermaßen schwarz an. Damit erwies sich dieses Vorgehen wegen der mangelnden Abgrenzbarkeit als unbrauchbar.

Bei der Anfärbung von oberflächlich verletzter Haut mit Hämalaun in einer Verdünnung von 1 : 3 wurde die Wundfläche violett und zeigte eine scharfe Abgrenzung der Wundränder. Selbst geringste Epithelverletzungen wurden so sichtbar, da die unverletzte Haut nicht anfärbbar war.

Der Effekt ließ sich durch steigende Konzentrationen des Farbstoffes beschleunigen.

Die Anfärbung mit van Gieson, Giemsa, Kaliumpermanganat in einer Verdünnung von 1 : 3 führte zu keinen brauchbaren Ergebnissen. Verletzte und unverletzte Haut wurden gleichermaßen schwach angefärbt, was diese Verfahren als Nachweismethoden oberflächlicher Hautläsionen ausscheiden ließ.

Die Anfärbung einer Epithelverletzung mit unverdünnter Weigert A-Lösung erzeugte einen gelblichen Farbton, der durch anschließendes Betupfen mit Weigert B-Lösung sofort nach dunkel-violett umschlug. Die Wundränder waren genau zu erkennen und eine Anfärbung der unverletzten Haut zeigte sich nicht. Auch hier wurden selbst feinste Verletzungsspuren deutlich.

An Hand der Färbeversuche kann festgestellt werden, daß sich folgende Farbstoffe für die sofortige Wunddarstellung eignen: Kongorot, Hämalau und Weigert A/B. Besonders gute Ergebnisse konnten mit Hämalau und Weigert A/B erzielt werden. Durch die intensive Anfärbung des Epitheldefektes war die Wunde genau von der unverletzten Haut abgrenzbar und sogar geringste Verletzungsspuren konnten noch sichtbar gemacht werden.

Anschließend wurde die Hautwunde, die mit Hämalau angefärbt worden war, unter dem Lupenmikroskop betrachtet, wobei sich zeigte, daß der Farbstoff auch in die geringsten Verletzungsspuren eingedrungen war. Weiter wurde versucht mit der van Gieson - Färbung die durch etwas stärkere Verletzungen freigelegten kollagenen Fasern der Haut anzufärben, um diese dann unter dem Lupenmikroskop darzustellen. Dies war jedoch nur in geringem Maße möglich.

Es wurden weiterhin Frischschnitte von den mit Kongorot, Hämalau und Weigert A/B angefärbten Hautwunden angefertigt. Zum Vergleich wurde ein Frischschnitt von einer ungefärbten Hautverletzung hergestellt. Bei den Schnitten der angefärbten Verletzungen war die Farbe gut zu sehen. Die Eindringtiefe der Farbe in die Wunde betrug etwa 0,5 mm.

2. Schnell-Darstellung durch Fluorescein

Einem Stück Haut wurde in üblicher Weise mit Sandpapier eine oberflächliche Verletzung beigebracht. Die verletzte Stelle wurde mit einer Fluorescein - Lösung (1 mg Fluorescein gelöst in 3 ml Alkohol) bestrichen. Nach einer Einwirkungsdauer von 30 Sekunden wurde der Überschuß mit Alkohol abgewischt. Anschließend wurde das Stück Haut unter der U.V. -Lampe betrachtet. Der verletzte Teil der Haut leuchtete sofort hellgelb auf und ließ die Wundränder als scharfe Grenze deutlich werden. Durch die wechselnde Leuchtintensität ließen sich die tieferen Teile der Wunde von den oberflächlicheren unterscheiden, da in den stärker verletzten Partien ein intensiveres Leuchten festzustellen war (vergl. Abb. 4).

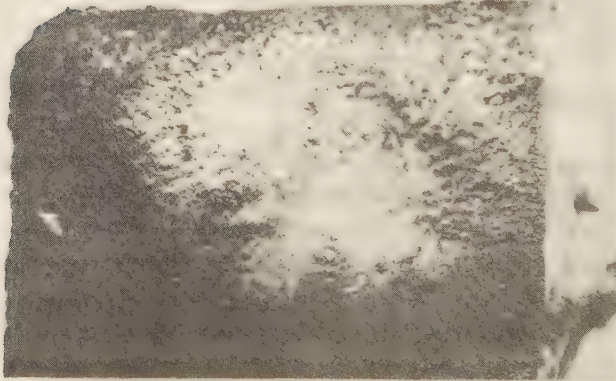


Abb. 4: Darstellung einer frischen Wunde durch Fluorescein im U.V. -Licht.

Die U.V. -Fluoreszenz war nach sieben Stunden noch auf der Wundoberfläche nachweisbar. Nach 24 Stunden zeigte sich nur noch eine schwache zentrale Fluoreszenz. Nach dem Aufbringen des fluoreszierenden

Farbstoffes wurden histologische Frisch-Schnitte von der Wunde angefertigt mit einer Schnittdicke von 40μ , 80μ , 200μ . Bei Betrachten dieser Schnitte unter dem UV-Mikroskop war die Tiefe der Wunde auf Grund der Menge des eingedrungenen Farbstoffes deutlich zu ermitteln, und die Verletzung war von der unverletzten Haut exakt abzugrenzen.

Anschließend wurde noch der Päul - Test durchgeführt. Es handelt sich hier um das Aufbringen einer Fluorescein-Na-Lösung auf die Wunde, wobei der Überschuß nach einer Einwirkungs-dauer von 30 Sekunden mit einem scharfen Wasserstrahl abgespritzt wird.

Dieser Versuch fiel jedoch nicht so günstig aus, da die Fluoreszenz der Wunde erheblich geringer war als im vorhergehenden Versuch.

Durch die Aufbringung von Fluorescein ist also ebenfalls eine gute Darstellung einer oberflächlichen Hautwunde möglich. Im Vergleich zu der normalen Farblösung (Hämalaun) ist die Wunde besser sichtbar, da das Fluorescein durch seine Lichtintensität im UV-Licht eine bessere Differenzierung als die normalen Farbstoffe ermöglicht. Jedoch ist für diese Darstellung ein gewisser apparativer Aufwand erforderlich.

3. Schnell-Darstellung durch Abdruckmethoden

Es konnte noch eine weitere Methode erarbeitet werden, die insbesondere für eine Dokumentation der Wundform geeignet erscheint.

Einem Stück Haut (3×5 cm) wurde in üblicher Weise mit Sandpapier eine oberflächliche Wunde beigebracht. Anschließend wurde auf die verletzte Haut Fingerabdruckpapier (Wiener Folie) gelegt und hiermit die gesamte Haut angefärbt. Dann wurde auf das angefärbte Hautstück ein Bogen Papier gelegt und unter gleichmäßigem Druck, vermittels einer Hartgummirolle, ein Abdruck von dem verletzten Hautstück genommen. Dieser Versuch wurde mit verschiedenen Papiersorten wiederholt. Die besten Ergebnisse wurden mit hartem, dünnen Papier (Durchschlagpapier) erzielt, hier wurde die Wundform am schärfsten wiedergegeben.

Mit dieser Methode waren genaue Abbildungen möglich. Feinste Kratzer wurden gut sichtbar und machen so den Abdruck als Dokument geeignet. Siehe Abb. 5.

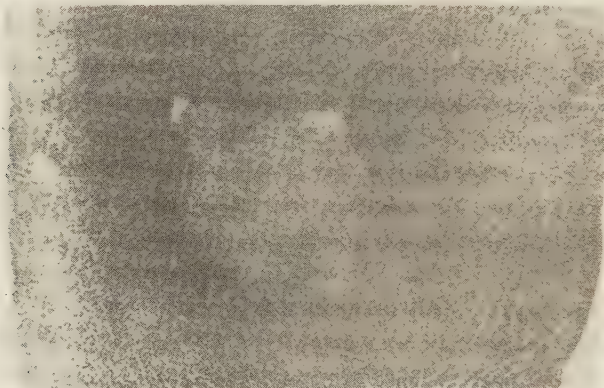


Abb. 5 : Dokumentation einer primär nicht sichtbaren Hautverletzung
im Maßstab 1:1.

III. Diskussion

Aus den topographischen Verhältnissen der Haut ist bekannt, daß die oberflächlichsten Blutgefäße bis an die Grenze zwischen Stratum corium und Epidermis reichen. Bei Verletzungen, die diese Schicht eröffnen kommt es zu Blutungen, die die Wunde sofort sichtbar werden lassen. Bei oberflächlichen Verletzungen hingegen, die ausschließlich die Epidermis betreffen, können solche Blutungen nicht auftreten, sodaß die Verletzung nicht ohne weiteres zu erkennen ist. Diese Verletzungsformen wurden in vorliegender Arbeit untersucht.

1825 beschrieb Devergie als erster das Sichtbarwerden solcher latenter Hautwunden durch Eintrocknungsvorgänge. In unserer Zeit werden gleichartige Beobachtungen von einigen Autoren beschrieben (Orsos, Weimann, Prokop, Hansen, Walcher).

Über die Vorgänge, die sich bei der Entstehung derartiger Austrocknungserscheinungen abspielen sind sowohl in der älteren, als auch in der neueren gerichtsmmedizinischen Literatur keine Veröffentlichungen bekannt.

Bei unseren Experimenten wurde zuerst untersucht welche Art der Verletzung zu dieser Wundform führte, die folgenden Forderungen entsprach: Kurz nach der Läsion darf keine sichtbare Veränderung der Haut zu erkennen sein. Die Verletzung muß oberflächlich sein (sie darf nicht das Corium eröffnen) und es müssen viele gleichartige Hautwunden erzeugt werden können. Es stellte sich heraus, daß sich hierzu die Abschürfung mit Sandpapier am besten eignete. Bei anderen Verletzungsarten (Feile, Messer) waren die Wunden von vornherein, wenn auch in undeutlicher Weise zu erkennen, was sie entsprechend unseren Forderungen für unsere Versuche als ungeeignet erscheinen ließ.

Wurde einem Stück Leichenhaut mit Sandpapier eine Wunde beigebracht und das Hautstück an der Luft bei Zimmertemperatur liegen gelassen, so zeigte sich nach einer Zeit von ein bis zwei Stunden eine beginnende bräunliche Verfärbung des Randes zwischen verletzter und unverletzter Haut, die sich innerhalb von etwa drei Stunden über die ganze Wundfläche ausbreitete und schließlich zu deren pergamentartiger Eintrocknung führte. Dabei war jedoch die Form des Wundrandes nicht immer deutlich

zu erkennen, ihre feinere Struktur wurde durch den Eintrocknungsvorgang teilweise verwischt. Die bräunliche Wundoberfläche hatte eine harte Konsistenz und bei ihrem Beklopfen war ein dumpfer Schall hörbar. Durch weiteres Liegenlassen veränderte sich dieser Zustand nicht mehr wesentlich bis nach einigen Tagen die gesamte Haut zu faulen begann. Bei anderen Verletzungsarten (Feile, Messer) verlief die Wundentwicklung in ähnlicher Weise.

In weiteren Versuchen wurde geprüft in wie weit die Wundentwicklung durch äußere Faktoren zu beeinflussen war. Dabei stellte sich heraus, daß durch erhöhte Luftkonvektion (Kaltluftföhn) eine leichte Beschleunigung zu erzielen war, und daß bei einem Warmluftföhn (65°C) rasch eintretende Verfärbungen und Veränderungen der gesamten Haut im Sinne einer Koagulation beobachtet werden konnten.

Die Luftfeuchtigkeit zeigte einen großen Einfluß auf die Geschwindigkeit der Wundentwicklung; so waren im Exsikkator mit P_2O_5 und CaCl_2 als Trockenmittel bereits nach 30 Minuten die Wunde deutlich zu erkennen, wogegen sich unter dem Einfluß von H_2SO_4 (als schwächerem Trockenmittel) keine Beschleunigung zeigte. In den Räumen mit erhöhter Luftfeuchtigkeit war die Wundentwicklung deutlich verlangsamt; bei einer Luftfeuchtigkeit vom 100 % traten die ersten sichtbaren Verfärbungen erst nach fünf Stunden auf.

Weiter wurde die Abhängigkeit dieser Vorgänge von der Temperatur der umgebenden Luft ohne Berücksichtigung der relativen Luftfeuchtigkeit geprüft. Mit erhöhter Temperatur nahm die Geschwindigkeit der Wundentwicklung zu. Aus der Reaktion-Geschwindigkeit-Temperatur-Regel (RGT-Regel) ergab sich, daß bei einer Temperatur von 45°C dem Sichtbarwerden der Wunde ein Geschehen vorwiegend physikalischer Natur zu Grunde lag, was auf einen einfachen Verdampfungsvorgang hindeutet. Über 45°C spricht die Änderung der Reaktionsgeschwindigkeit für ein chemisches Geschehen, was auch den sichtbaren Veränderungen entspricht (Koagulation des Eiweisses).

In weiteren Experimenten wurde versucht oberflächliche, latente Hautwunden durch Farbstoffe sofort nach der Verletzung sichtbar zu machen. Hierzu erwiesen sich besonders die Farbstoffe Hämalan, Weigert'sche Lösung und im geringem Maße Kongorot als geeignet.

Sie färbten die Wundoberfläche selektiv an und ließen selbst feinste Ausläufer der Wundbegrenzung sichtbar werden. Auch im histologischen Frischschnitt konnte die spezifische Affinität dieser Farbstoffe nur zur verletzten Oberfläche gezeigt werden.

Eine besonders deutliche Darstellung erlaubte die Anfärbung mit Fluorescein, was die Wunde als hell leuchtende Fläche im UV-Licht erscheinen ließ. Diese Fluoreszenz war auch noch nach 24 Stunden sichtbar.

Eine anders geartete Methode zur raschen Darstellung latenter Wunden wurde in Form eines Abdruckverfahrens entwickelt. Die zu untersuchende Haut wurde mit Fingerabdruckfolie (Wiener Folie) angefärbt, ein dünnes hartes Papier (Durchschlagpapier) aufgelegt und unter gleichmäßigem Druck mittels einer Gummiwalze ein Negativ des Hautreliefs auf dem Durchschlagpapier erzeugt. Auf diesem Abzug ist die genaue Wundform mit allen Feinheiten abgebildet. Diese Möglichkeit der dokumentarischen Erfassung einer latenten Verletzung erscheint besonders für den als Gutachter tätigen, forensischen Mediziner von großer Bedeutung.

Zusammenfassung

Vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den Vorgängen an oberflächlichen Leichenhautverletzungen und der Darstellung und Dokumentation geringgradiger Epidermisverletzungen.

Zuerst wird die über dieses Gebiet bekannte Literatur beschrieben, die sich vorwiegend mit dem Bild postmortaler Eintrocknungserscheinungen beschäftigt.

Durch Versuche wurde erprobt, daß die Verletzung der Epidermis durch Sandpapier die für die Experimente günstigste Wundart erzeugte, denn diese Hautläsionen waren oberflächlich und anfänglich unsichtbar. Etwa ein bis zwei Stunden nach der Wundsetzung zeigte sich bei Liegenlassen an offener Luft die ersten sichtbaren Veränderungen in Form von bräunlichen Verfärbungen des Wundrandes, die sich im Verlauf von ungefähr drei Stunden zu einer pergamentartigen Eintrocknung der gesamten Wundoberfläche ausbreiteten. Bei anderen Verletzungsarten waren ähnliche Vorgänge zu beobachten.

Die Geschwindigkeit dieser „Wundentwicklung“ hängt von äußeren Faktoren ab. Es konnte experimentell ein Einfluß der Luftfeuchtigkeit und der Temperatur der umgebenden Luft gezeigt werden und zwar nimmt die Geschwindigkeit der Wundentwicklung mit zunehmender Luftfeuchtigkeit stark ab; eine Erhöhung der Umgebungstemperatur beschleunigt die Wundentwicklung. Die Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel deutet auf einen überwiegend physikalischen Vorgang als Ursache der beobachteten Wundveränderungen hin.

Weiter wurden Versuche unternommen, um latente Hautwunden sofort nach der Verletzung sichtbar zu machen. Es stellte sich heraus, daß bestimmte histologische Farbstoffe (Hämalaun, Weigert'sche Lösung, Kongorot) die Wundoberfläche selektiv anfärben und auf diese Weise selbst feinste Ausläufer der Wundbegrenzung sichtbar werden lassen. Eine besonders deutliche Darstellung erlaubte die Anfärbung mit Fluorescein, wobei die Wunde als hellgelb leuchtende Fläche im UV-Licht erschien.

Die einzelnen Färbemethoden werden beschrieben.

Schließlich wurde ein Abdruckverfahren mit Fingerabdruckfolie zur raschen Darstellung latenter Wunden entwickelt. Auf dem negativen schwarz-weißen Abzug ist die genaue Wundform mit allen Feinheiten abgebildet; dadurch ist eine neue Art der Dokumentation von oberflächlichen Wunden in Form und Abmessung möglich.

Literaturverzeichnis

- Bargmann, W. : Histologie und makroskopische Anatomie des Menschen,
S. 647, Stuttgart: Georg Thieme 1962
- Benninghoff, A., K. Goertler: Lehrbuch der Anatomie des Menschen ,
Bd. 3, S. 391, München-Berlin-Wien: Urban &
Schwarzenberg 1957
- Christison: zitiert nach Grossheim
- Devergie: zitiert nach Grossheim
- Engel: zitiert nach Grossheim
- Grossheim: Ueber die Zeichen , an denen erkannt werden kann, ob
Verletzungen den lebenden oder toten Körper betroffen
haben. Friedreich's Blätter für gerichtliche Medizin
und Sanitätspolizei, S. 3, 1876
- Hamperl, H.: Lehrbuch der allgemeinen Pathologie und der patholo-
gischen Anatomie, S. 727, Berlin: Springer 1960
- Hansen, G.: Gerichtliche Medizin, S. 61, Leipzig: Edition Leipzig
1965
- Hollemann, A.F u. E. Wiberg: Lehrbuch der Anorganischen Chemie,
S. 112, Berlin: Walter de Gruyter & Co. 1962
- Katona, I.: Aufbewahrung von Hautstücken als Schuldbeweise,
Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. , 18 , 270, (1932)
- Kernbach, M., C. Cotutin u. V. Dakuovici: Beiträge zur mikroskopischen
und chronologischen Diagnose der Verwundungen,
Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 29 , 95, (1938)
- Orsos, F.: Der Mechanismus der Epithelabschürfungen, Dtsch. Z.
ges. gerichtl. Med. 37 , 33, (1943)
- Prokop, O.: Lehrbuch der gerichtlichen Medizin, S. 160, Berlin:
Volk und Gesundheit Verlag 1960
- Prokop, O. u. W. Weimann: Atlas der gerichtlichen Medizin, S. 19
Berlin: Volk und Gesundheit Verlag 1963
- Römpf, H.: Chemie Lexikon, Bd. IV, S. 7143, Stuttgart:
Frankhsche Verlagshandlung 1966

- Walcher, K.: Leitfaden der gerichtlichen Medizin, S. 36,
München-Berlin: Urban & Schwarzenberg 1950
- Wiener Folie: Zu beziehen durch : Wilhelm Harneit & Co.
Hays für Kriminalbedarf, 2 Hamburg 20,
Loogestieg 19

Lebenslauf

Name: Joachim K o c h

Geboren am: 17. August 1942

in: Frankfurt/Main

Namen der Eltern: Dr. Eugen Koch, Syndikus
und Frau Gertrud geb. Sutor

Staatsangehörigkeit: deutsch

Schulbildung: 4 Jahre Volksschule in Frankfurt/M.
9 Jahre Oberschule bis zur Reife in
der Höheren Privatschule Dr. Richter
zu Kelkheim im Taunus (Realgymnasium)

Studiengang: Studium der Medizin an der Universität
Frankfurt vom SS 1962 bis einschließlich
SS 1963.
Nach dem Vorphysikum Studium der Medizin
an der Universität Erlangen-Nürnberg vom
WS 1963/64 ohne Unterbrechung bis jetzt.
Ab SS 1965 zusätzlich Studium der Zahn-
medizin .

Prüfungen: Abitur am 13. März 1962 ;
Vorphysikum am 15. Oktober 1963;
Physikum in Medizin am 11. März 1965;
Physikum in Zahnmedizin am 7. März 1966
Staatsexamen Medizin am 22. Juli 1968

Erlangen, den 22. Juli 68

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 852 Erlangen, Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990
